

·指南与共识·

腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除理论及技术标准中国专家共识(2023 版)

《中华消化外科杂志》编辑委员会 中国研究型医院学会肝胆胰外科专业委员会

通信作者:曹君,中山大学孙逸仙纪念医院肝胆外科,广州 510120,Email:727106893@qq.com;陈亚进,中山大学孙逸仙纪念医院肝胆外科,广州 510120,Email:cjy0509@126.com;陈敏,陆军军医大学第一附属医院全军肝胆外科研究所,重庆 400038,Email:chenmin@zhxhwk.com;董家鸿,清华大学附属北京清华长庚医院肝胆胰中心清华大学临床医学院 清华大学精准医学研究院,北京 102218,Email:dongjiahong@mail.tsinghua.edu.cn

【摘要】 传统解剖性肝切除由于技术条件的限制,导致针对肝细胞癌实施荷瘤门静脉流域切除的效果欠佳。腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除借助现代三维重建流域分析技术和吲哚菁绿荧光导航系统,可更高质量地完整切除荷瘤门静脉流域以获取肝细胞癌的外科肿瘤学和围手术期疗效。因此,《中华消化外科杂志》编辑委员会和中国研究型医院学会肝胆胰外科专业委员会组织相关领域专家展开深入讨论,经反复论证,制订《腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除理论及技术标准中国专家共识(2023 版)》,旨在完善和规范腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除理论和技术体系,为更深入地探索该领域存在的科学问题和进行安全、规范的推广奠定基础。

【关键词】 肝肿瘤; 解剖性肝切除; 门静脉流域; 精准外科; 腹腔镜; 治疗; 专家共识
基金项目:国家自然科学基金(81972263)

Chinese expert consensus on the theoretical and technical system of laparoscopic portal territory staining guided anatomic liver resection (2023 edition)

Editorial Board of Chinese Journal of Digestive Surgery, Society for Hepato-pancreato-biliary Surgery of Chinese Research Hospital Association

Corresponding authors: Cao Jun, Department of Hepatobiliary Surgery, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China, Email: 727106893@qq.com; Chen Yajin, Department of Hepatobiliary Surgery, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China, Email: cjy0509@126.com; Chen Min, Institute of Hepatobiliary Surgery, The First Hospital Affiliated to Army Medical University, Chongqing 400038, China, Email: chenmin@zhxhwk.com; Dong Jiahong, Department of Hepato-pancreato-biliary Surgery, Beijing Tsinghua Changgung Hospital, School of Clinical Medicine, Institute for Precision Medicine, Tsinghua University, Beijing 102218, China, Email: dongjiahong@mail.tsinghua.edu.cn

【Abstract】 The effect of traditional anatomic liver resection for hepatocellular carcinoma is insufficient due to the limitation of technical conditions. Laparoscopic portal territory staining guided anatomic liver resection based on modern three-dimensional reconstruction and portal territory analysis as well as indocyanine green fluorescence navigation system, can achieve higher quality complete resection of tumour-bearing portal territory to obtain surgical oncology and perioperative effects for hepatocellular carcinoma. Editorial Board of Chinese Journal of Digestive Surgery and

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230925-00114

收稿日期 2023-09-25

引用本文:《中华消化外科杂志》编辑委员会,中国研究型医院学会肝胆胰外科专业委员会.腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除理论及技术标准中国专家共识(2023 版)[J].中华消化外科杂志,2023,22(12):1385-1397. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230925-00114.



Society for Hepato-pancreato-biliary Surgery of Chinese Research Hospital Association organize experts in the related field in China to carry out in-depth discussions and repeated arguments, formulating *Chinese expert consensus on the theoretical and technical system of laparoscopic portal territory staining guided anatomic liver resection (2023 edition)*. The purpose of this consensus is to improve and standardize the theoretical and technical system of laparoscopic portal territory staining guided anatomic liver resection, and to lay a foundation for further exploration of scientific questions in this field and the promotion with safety and standard.

【Key words】 Liver neoplasms; Anatomic liver resection; Portal territory; Precision surgery; Laparoscopes; Therapy; Expert consensus

Fund program: National Nature Science Foundation of China (81972263)

肝细胞癌具有高侵袭性,沿门静脉流域播散是其病理学传播途径,也是肝细胞癌发生肝内转移及术后局部复发的重要原因之一。20 世纪 80 年代,幕内雅敏教授提出完整切除荷瘤门静脉流域的理念,即解剖性肝切除(anatomic liver resection, AR)^[1-2]。AR 以门静脉流域肝段或亚段为基本解剖单位,对荷瘤门静脉流域进行系统性切除,同时也对门静脉流域供应和标记的荷瘤 Glisson 系统进行完整切除,以获取更好的肿瘤学疗效^[3]。

AR 理论提出伊始,受制于当时的技术条件,即无法在术前规划中获得准确的门静脉流域分析,也不能在术中通过美蓝染色法优质、真实地显示门静脉流域。所以幕内雅敏教授借助“基于 Couinaud 肝分段法的肝静脉主干显露技术”,结合美蓝染色法指引断肝平面,以获得近似门静脉流域的切除效果,这是经典 AR 理论在实践层面向 Couinaud 肝分段法进行的妥协。但 AR 本质是个体化门静脉流域肝段切除,本就和 Couinaud 人为分段不同。Couinaud 肝分段法是藉由肝静脉主干制订的人为分段,并非生理或肿瘤学意义上的真实门静脉流域分段,两者存在偏差;门静脉流域肝段的段间平面是三维立体的不规则曲面,并非沿肝静脉主干划分的规则平面^[4]。这正是一直以来经典 AR 理论和实践所存在的偏差,更可能是导致 AR 肿瘤学效果偏差和质疑的原因。

现代精准肝脏外科理论要求根治性切除肿瘤,同时最大限度保留功能性剩余肝脏,经典 AR 技术体系已难以满足需求。随着肝脏外科理论和技术突飞猛进的发展,三维重建流域分析和吲哚菁绿荧光导航等具有代表性的新兴技术在腹腔镜肝切除体系中得以整合。在此基础上,以完整切除肝细胞癌荷瘤门静脉流域为目标,以获取更好肿瘤学疗效为目的腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除(laparoscopic portal territory staining guided anatomic liver

resection, LPTAR)逐渐被用于临床实践^[5-7]。LPTAR 旨在术前使用三维重建流域分析获取荷瘤门静脉流域的真实区域并据此进行手术规划,术中以门静脉流域肝段或亚段为基本解剖单位,使用腹腔镜吲哚菁绿荧光染色导航施行精准荷瘤门静脉流域系统(即荷瘤 Glisson 系统)的完整切除。实际操作中以吲哚菁绿荧光引导解剖荷瘤门静脉流域(正染、反染)为主,以显露流域间静脉(inter-territory hepatic vein, IHV)(包括亚段,肝段、区、叶间肝静脉)为辅,沿荷瘤门静脉流域间裂(即 Glisson 系统间裂或生理肝裂)离断肝脏,以完整切除荷瘤门静脉流域并保证剩余肝脏完整功能。同时结合肝静脉流域分析,使以往对肝静脉的评估定位从传统的断肝平面标志回归其回流的本职工作。理论上 LPTAR 是对以锥形单位为最小解剖单位的各级荷瘤 Glisson 系统或其组合进行的完整切除,实现完整切除荷瘤 Glisson 系统,同时保留剩余肝脏完整 Glisson 系统,保证剩余肝脏功能。根治性切除和功能性剩余肝脏完整保留是肝细胞癌的独立预后因素,也是现代精准肝切除理论的要求。

LPTAR 立足于经典 AR 核心理论,有望从技术层面修正经典 AR 理论和实践所存在的偏差,可进一步推动 AR 理论技术体系发展,为肝细胞癌带来更好的肿瘤学疗效。《中华消化外科杂志》编辑委员会和中国研究型医院学会肝胆胰外科专业委员会组织相关领域专家展开深入讨论,经反复论证,制订《腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除理论及技术标准中国专家共识(2023 版)》(以下简称“本共识”),旨在完善和规范 LPTAR 理论和技术体系,为更深入地探索该领域存在的科学问题和进行安全、规范的推广奠定基础。

本共识文献证据等级参考苏格兰院际指南网络,并对推荐意见进行匿名投票表决,如果同意率>

75%,则批准。如果 $\leq 75\%$,则淘汰。对争议较多的推荐意见进行充分讨论、修改和再次投票,最终由专家审阅定稿,直至达成共识。

一、AR 的核心本质和存在问题

AR 理论体系自提出伊始,就指向肝细胞癌的肿瘤学获益。AR 以门静脉流域肝段或亚段为基本解剖单位,对荷瘤门静脉流域进行系统性切除,同时也对门静脉流域供应和标记的荷瘤 Glisson 系统进行完整切除,以获取更好的肿瘤学疗效。上述内容是幕内雅敏教授提出经典 AR 的本质,是施行 AR 的主要目的,也是 AR 理论的核心。

理论上,AR 切除肝细胞癌主病灶同时也将荷瘤门静脉流域内潜在的微转移灶完全切除。而非解剖性肝切除(nonanatomic liver resection, NAR)即使切缘足够宽也可能因为荷瘤门静脉流域未完全切除而导致潜在的微转移灶残留。目前研究结果显示:与 NAR 比较,AR 可进一步改善肝细胞癌患者的长期生存,包括局部复发率、术后无瘤生存率和总生存率等^[8-15]。也有研究结果显示:AR 需在保证足够切缘前提下才能改善肝细胞癌患者的长期生存率^[16-17]。最新 1 项 Meta 分析纳入 22 项倾向评分匹配研究共计 5 086 例患者,结果显示:AR 组肝细胞癌患者 5 年无瘤生存率和总生存率均显著优于 NAR 组,且 AR 组局部复发率及肝内多次复发率均显著低于 NAR 组^[18]。

幕内雅敏教授创立的经典 AR 中采用“基于 Couinaud 肝静脉分段的肝静脉主干显露技术”,结合美蓝染色法指引断肝平面,以获得近似的荷瘤门静脉流域切除效果。经典 AR 是基于术中超声检查对目标肝蒂门静脉进行穿刺并利用美蓝染色标记肝段,断肝平面要求目标肝蒂根部断端及主肝静脉的显露。由于美蓝标记的肝段界限在实质内部,分辨较为困难,因此经典 AR 利用位置较为固定的主肝静脉作为肝实质内部的断肝标志。由此,术中超声检查引导下离断目标肝蒂和显露主肝静脉的经典 AR 在临床被广泛应用。然而,近年来随着术前三维重建流域分析技术和术中吲哚菁绿荧光导航技术的发展,循门静脉流域施行 AR 与经典 AR 的肝切除范围存在差异。理论上,以门静脉流域划分肝段的 AR 相较于经典 AR 切除荷瘤门静脉流域更为彻底,可减少潜在微转移灶残留可能并改善患者长期生存。目前,术前三维重建流域分析和吲哚菁绿荧光术中导航技术在腹腔镜肝切除体系中得以

整合,使得段间面自然显露,最终使得 LPTAR 开展成为可能^[7,17,19]。因此,目前需要精准开展 LPTAR,并且针对该理论技术进一步探索安全、有效且具有普适性的规范化流程。

推荐意见 1:完整切除荷瘤门静脉流域提高肝细胞癌的外科肿瘤学疗效是 AR 的核心本质[证据级别:1-,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 2:与 NAR 比较,AR 可进一步提高肝细胞癌患者的长期生存率[证据级别:1-,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 3:经典 AR 中的荷瘤门静脉流域残留,可能是导致局部复发和影响 AR 肿瘤学疗效的重要因素;目前需要精准开展 LPTAR 并使该理论技术安全有效,且具有普适性[证据级别:2+,专家推荐:96.2%(25/26)]。

二、LPTAR 的核心内容

LPTAR 术前使用三维重建流域分析获取荷瘤门静脉流域的真实区域并进行手术规划,术中使用吲哚菁绿荧光染色导航施行荷瘤 Glisson 系统的完整切除,同时循荧光边界对行走在荷瘤 Glisson 系统间的多支各级别 IHV 进行三维立体显露。与传统 AR 比较,LPTAR 针对肝细胞癌实现更高质量、更为完整地荷瘤门静脉流域切除,阻断肝细胞癌主要病理学传播途径,从外科学层面减少肝内转移并降低术后局部复发率^[5-7,20-25]。

LPTAR 中循吲哚菁绿荧光追溯荷瘤门静脉流域,更循荷瘤门静脉流域追溯荷瘤 Glisson 系统,实施各级荷瘤 Glisson 系统组合的完整切除。LPTAR 其理论上的断肝面应行走在各级 Glisson 系统之间,这是一个肝蒂分支缺乏或较少的“血管裸区”,呈三维立体曲面状态,称为生理肝裂,其间走行各级 IHV。在荧光引导下循此个体化的 Glisson 系统间曲面解剖断肝,首先有助于克服肝脏深部实质内解剖方向迷失问题;更重要的是,切除完整荷瘤 Glisson 系统,保留完整剩余肝脏 Glisson 系统,降低离断肝蒂分支引起的出血、缺血、胆汁漏等并发症发生几率;同时,循荧光对行走在 Glisson 系统间的各级 IHV 进行显露,保障肝静脉回流,减少淤血。综上,LPTAR 完整切除荷瘤 Glisson 系统,完整保留剩余肝脏 Glisson 系统和肝静脉回流,将降低解剖方向迷失、出血、缺血、胆汁漏、淤血、肝功能不全等并发症几率,提升围手术期效果^[5-7,26-32]。

推荐意见 4:LPTAR 完整切除荷瘤门静脉流域,带来肝细胞癌肿瘤学疗效[证据级别:2-,专家

推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 5: LPTAR 完整切除荷瘤 Glisson 系统,提升肝切除围手术期效果[证据级别:2+,专家推荐:88.5%(23/26)]。

三、门静脉流域肝段和亚段的定义和划分

LPTAR 以门静脉流域肝段或亚段为基本解剖单位。门静脉流域肝段指 3 级 Glisson 肝蒂的门静脉流域所供应的三维空间区域,是一个具有肿瘤学意义的生理性个体化肝段,同时也是一个独立、完整的 Glisson 系统。段间面是一个三维立体的曲面而非平面,其中走行着同样以三维立体空间结构排布的多支段间静脉^[6-7,22]。生理状态下门静脉流域系统(或 Glisson 系统)之间不存在(或极少存在)交通支情况。在《Brisbane 2000 肝脏解剖和切除的术语共识》《微创解剖性肝切除国际专家共识(2021 年版)》中,1 级肝蒂被定义为供应支配左右半肝,2 级肝蒂被定义为供应支配肝区(如肝右前、右后区),3 级肝蒂被定义为供应支配肝段^[33-35]。Glisson 肝蒂分段系统已明确定义 3 级肝蒂,对应门静脉流域肝段。在此基础上,进一步扩展 4 级肝蒂,对应门静脉流域亚段。门静脉流域亚段指 4 级 Glisson 肝蒂供应的锥型区域(即锥型单位),其顶端位于该亚段 4 级肝蒂的起始部,是可切除的理想最小单位,部分患者的锥型单位也可作为 3 级肝蒂供应的门静脉流域肝段^[5]。将≥4 级门静脉流域(或肝蒂)供应的亚段作为最小锥型单位,适用于大部分解剖场景;将 3 级门静脉流域(或肝蒂)供应的肝段作为最小锥型单位,则适用于部分特殊个体化的肝蒂分型或手术设计场景。门静脉流域肝段建立在 Glisson 肝蒂分段系统基础上,与 Couinaud 肝静脉分段存在差异。Couinaud 肝静脉分段基于肝静脉系统,其理论体系和目前实际解剖操作技术所能达到的分级水平落后于 Glisson 肝蒂分段系统。

推荐意见 6: LPTAR 以门静脉流域肝段或亚段为基本解剖单位,进行门静脉流域肝叶、区、段,亚段的单独或联合切除[证据级别:2+,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 7: 门静脉流域肝段指 3 级 Glisson 肝蒂的门静脉流域所供应的三维空间区域[证据级别:2++,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 8: 门静脉流域亚段指 4 级 Glisson 肝蒂的门静脉流域所供应的锥形区域(即锥形单位),部分情况下也可作为 3 级肝蒂供应的流域肝段[证据级别:2+,专家推荐:100.0%(26/26)]。

四、荷瘤门静脉流域的定义和构建规划原则

推荐意见 9: 荷瘤门静脉流域指肿瘤所在的 1、2、3 级 Glisson 肝蒂分别供应的门静脉流域肝叶、区、段,或以 3、4 级 Glisson 肝蒂对应的门静脉流域肝段和亚段为基本解剖单位的组合区域[证据级别:2+,专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 10: 4 级亚段肝蒂对应的锥型单位是切除最小单位,也是荷瘤门静脉流域规划纳入的最小解剖单位[证据级别:2+,专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 11: 荷瘤门静脉流域规划需兼顾 1 cm 最小切缘原则, LPTAR 中切缘扩展以门静脉流域亚段,即锥型单位为最小解剖单位进行[证据级别:3,专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 12: 荷瘤门静脉流域的构建规划原则如下[证据级别:3,专家推荐:100.0%(26/26)]。

以肿瘤为中心,选取与肿瘤邻近的 1 支或数支肝蒂所属门静脉流域进行构建,具体原则包括:(1)门静脉流域边缘距肿瘤最小切缘≥1 cm。(2)位于肝叶或肝区的较大肿瘤,在切缘足够前提下行 1/2 级肝蒂对应门静脉流域肝叶或肝区切除。(3)肿瘤位于单独门静脉流域肝段内,且切缘足够时,行 3 级肝蒂对应门静脉流域肝段切除。(4)单一 3 级肝蒂所属门静脉流域不能满足 1 cm 切缘要求或跨门静脉流域肝段肿瘤,以最近的 4 级肝蒂为单位向外进行门静脉流域扩展,施行联合门静脉流域肝段和亚段切除。(5)以 4 级肝蒂门静脉流域,即锥型单位为最小解剖单位,增加或减少亚段支数量来控制门静脉流域范围,单一亚段门静脉流域不可分割。(6)行联合亚段切除时,荷瘤肝蒂支可来源于同一或相邻肝段,甚至相邻肝叶或肝区。(7)满足最小切缘≥1 cm 前提下,需兼顾保留更多剩余肝脏。(8)荷瘤门静脉流域间面行走的代表性 IHV,在满足切缘要求前提下应主动显露。

LPTAR 规划以荷瘤门静脉流域为首要目标,不再是经典 AR 中以显露某 1 支或数支肝静脉为目标。若肿瘤位于某一 Glisson 系统边缘,为满足最小切缘要求而向相邻 Glisson 系统扩展流域切缘时,会遭遇将相邻主要肝静脉分支甚至大静脉主干纳入荷瘤门静脉流域而切除,造成剩余肝脏回流障碍。此时需对关系密切的主要肝静脉分支进行肝静脉流域分析,并将其纳入荷瘤门静脉流域构建的规划考量因素,兼顾切缘的同时尽量减少回流障碍的剩余肝脏^[36]。

在吲哚菁绿荧光染色技术出现之前,AR 主要依赖于肝内管道(肝蒂、肝静脉)的引导实施。诸多肝外解剖标志如胆囊、脐裂、Cantlie's 线、肝门板、Rouviere 沟、膈下静脉、Arantius 韧带、腔静脉韧带、肝圆韧带和镰状韧带等也被作为额外解剖标志协助确定肝脏离断平面^[34-35,37-40]。肝静脉主干及其主要分支行走于肝段和肝区之间,因此,藉由肝静脉主干及其主要分支作为天然解剖标志引导肝实质离断,在 AR 的规划和实施中发挥重要作用。对于个体化解剖场景,例如中晚期巨大肿瘤压迫引起门静脉分支和流域紊乱,目标肝蒂位于肿瘤或重要保留结构后方,矢状部、右前肝蒂分支繁复,难以在术前或术中获取准确的荷瘤门静脉流域时,应在荷瘤门静脉流域范围之外,预先规划标志性肝蒂、肝静脉及其分支和上述肝外解剖标志为依托,实施规则性结构定构切除。此时要求定构区域尽量覆盖荷瘤门静脉流域,保证足够切缘。如巨大肝中叶肿瘤,以矢状部、第二肝门、肝门板、右肝静脉腹侧为标志实施结构定构切除。结构定构也可与门静脉流域的荧光定构联合使用,两者都可被视为定构切除的组成部分。这种方法需详尽准确的术前规划以及对肿瘤和剩余肝脏脉管系统解剖关系的精准认识,并且在实施过程中掌握管道显露技巧。

推荐意见 13: 主要肝静脉分支甚至主干纳入荷瘤门静脉流域实施切除,可能造成剩余肝脏回流障碍,需对其进行肝静脉流域分析,并将其纳入荷瘤门静脉流域构建的规划考量因素,兼顾切缘同时尽量减少回流障碍的剩余肝脏[证据级别:3, 专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 14: 难以在术前或术中获取准确的荷瘤门静脉流域时,应在荷瘤门静脉流域范围之外,以管道(肝蒂、肝静脉)和解剖标志为依托,实施规则性结构定构切除。此时要求结构定构区域应尽量覆盖荷瘤门静脉流域,以实现荷瘤门静脉流域的完整切除[证据级别:2++, 专家推荐:100.0%(26/26)]。

五、LPTAR 断肝面的确定和解剖

理论上各级门静脉流域(或各级 Glisson 系统)之间存在肝蒂分支缺乏或较少的“血管裸区”,即生理肝裂,其间走行各级 IHV。相邻 Glisson 系统之间在病理状态下可能形成交通支,但生理状态下极少有交通支存在。不同级别 Glisson 系统之间的肝裂,对应为门静脉流域肝叶、区、段、亚段间面,这正是 LPTAR 理论上的肝脏断面。LPTAR 的肝脏断面

应走行于荷瘤门静脉流域之间(即荷瘤 Glisson 系统之间),生理肝裂之上。在术前流域分析和术中荧光染色良好情况下,流域荧光边界将稳定、持久、清晰且不会晕染。完全循荧光边界解剖离断肝脏时,理论上不应遭遇来自肝蒂的分支,只可能遭遇来自肝静脉系统的分支。若在荧光边界上遭遇较大肝蒂分支,则可能提示术前流域分析或术中荧光染色出现错漏。因此,沿生理肝裂离断肝脏,切除由完整 Glisson 系统组成的荷瘤门静脉流域,保留由完整 Glisson 系统组成的剩余肝脏。在完整切除荷瘤门静脉流域的同时保留剩余肝脏入、出肝血流的完整性,理论上将减少胆汁漏、缺血、淤血等术后并发症^[6-7,27,40-47]。

需要注意的是,LPTAR 在获得荷瘤门静脉流域荧光染色前,应尽量避免离断肝实质操作。肝实质劈开,将破坏流域染色的完整性,因此不建议采用肝实质优先的解剖方法。采用荧光反染策略时建议采用 Glisson 入路,优先离断目标肝蒂,完成染色后沿荧光引导实施断肝^[47-48]。这可以获得与荧光正染策略门静脉穿刺染色后再断肝的相同效果,也是幕内雅敏教授采用的方法。根据以上考量衍生出 APR 三角解剖入路,用于在不离断肝实质前提下,获取肝右叶前、后区 1~4 级肝蒂的控制^[49]。

对于传统的“扩大”或“缩小”手术方式,在 LPTAR 理论指导下手术规划将发生改变。对于因肿瘤紧贴肝右静脉导致右后区切缘不足而实施扩大右后区切除时,传统手术方式是将肝脏断面移至紧贴肝右静脉左侧或 1~2 cm。而对于因剩余肝脏临界状态而实施的缩小肝右叶切除,传统的手术方式是将肝脏断面向右侧偏移 1~2 cm,不显露肝中静脉。上述传统“扩大”或“缩小”手术方式并未考虑剩余肝脏入、出肝血流的完整性,会导致术后胆汁漏、缺血、淤血等并发症发生率升高。以右后区联合右前区背侧段切除代替传统的扩大肝右后区切除,或以右前腹侧段或某一亚段作为增加的保留体积实施缩小肝右叶切除,可能是上述“扩大”或“缩小”手术方式的更好选择^[50-52]。

推荐意见 15: 在荧光引导下沿各级门静脉流域之间(或各级 Glisson 系统之间)的生理肝裂曲面断肝,实施荷瘤 Glisson 系统的完整切除[证据级别:2+, 专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 16: 沿生理肝裂断肝减少围手术期并发症[证据级别:2-, 专家推荐:92.3%(24/26)]。

推荐意见 17: 在获得荷瘤门静脉流域荧光染

色前,应尽量避免离断肝实质操作[证据级别:2-,专家推荐:88.5%(23/26)]。

推荐意见 18:LPTAR 中以门静脉流域肝段或亚段为解剖单位设计规划“扩大”或“缩小”手术方式[证据级别:3,专家推荐:88.5%(23/26)]。

六、LPTAR 中 IHV 的确定和显露

门静脉流域间面(或 Glisson 系统间面)为三维立体的不规则曲面,每一级 Glisson 系统(或门静脉流域系统)的流域间面中都有相对应级别的肝静脉,即 IHV 走行。多支 IHV 走行共同组成的三维立体曲面即为该对应级别的门静脉流域间面(包括门静脉流域肝叶、区、段、亚段间面)。LPTAR 正是循荷瘤门静脉流域间面进行手术规划,使用荧光导航引导沿荷瘤门静脉流域间面实施断肝,同时对行走在荷瘤门静脉流域间面的三维立体曲面分布的多支 IHV 进行显露。理论上沿荧光边界解剖,完整追溯门静脉流域即可显露三维立体空间所有 IHV。实际操作中显露的 IHV 分支越多、级别越高,所获得的曲面越无限接近于真实的门静脉流域间面。但目前对于肝段或亚段间小静脉的显露技术远未达到对其进行三维立体逐一显露的要求,这是目前肝静脉显露技术客观存在的局限性。因此,代表性流域间静脉(typical inter-territory hepatic vein, TIHV)被定义为行走在荷瘤门静脉流域间,能被目前解剖技术水平所显露的肝静脉主干和主要分支。目前三维重建系统对肝静脉的重建效果不尽人意,能重建到的肝静脉分支数量和级别有限,因此要在术前三维重建流域分析中尽可能重建出更多的 TIHV,并在术中通过解剖技术手段予以显露。综上,以荧光导航荷瘤门静脉流域为主,以显露 TIHV 为辅,沿生理肝裂,实施断肝^[6-7]。

LPTAR 倡导以门静脉流域主导断肝,改变了经典 AR 中以肝静脉主导断肝的思路,进入荷瘤门静脉流域间的肝静脉才是需要显露的 TIHV。肝段或亚段划分方法也应完全遵循门静脉流域分段体系,代替传统的肝静脉分段体系,以门静脉流域为导向代替以肝静脉为导向。以前裂和前裂静脉的相互关系为例:前裂是右前区腹背侧之间的生理肝裂,是右前区腹背侧门静脉流域肝段之间的门静脉流域间面,其间行走着右前肝蒂主干和可能的前裂静脉。经典 AR 先认定某一条行走在右前区肝中静脉、肝右静脉之间,较为粗大或走行较为理想的静脉,将其定义为前裂静脉,再据其腹、背侧将右前区划分为腹、背侧段。在 LPTAR 理论指导下,则需优

先通过术前流域分析,获得右前区腹、背侧段门静脉流域,行走在此流域间面的肝静脉方能被命名为前裂静脉,并在涉及右前区腹、背侧段的切除中,将其作为 TIHV 予以显露^[50-53]。

推荐意见 19:沿荧光引导显露更多更高级别的 IHV[证据级别:3,专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 20:以门静脉流域间面确定 IHV 的方法代替传统以肝静脉确定段间面的方法[证据级别:3,专家推荐:92.3%(24/26)]。

七、LPTAR 的技术标准

推荐意见 21:LPTAR 技术标准总体概论为(1)实施吲哚菁绿荧光导航下的荷瘤门静脉流域的完整切除和剩余肝脏的完整保留——染色为先(正染或反染)。(2)完全循荧光引导的生理肝裂曲面离断肝脏,实施荷瘤 Glisson 系统的完整切除——断面不遭遇任何肝蒂。(3)显露 TIHV——各级 IHV 的立体显露。(4)以 4 级肝蒂供应的亚段为最小切除单位——肝蒂根部行穿刺或结扎(幕内雅敏经典 AR 的技术要求)。(5)坚持≥1 cm 切缘——指南和伦理要求。[证据级别:3,专家推荐:100%(26/26)]。

(一)三维重建流域分析方法的技术标准

多项 Meta 分析结果显示:使用三维重建比二维影像更有利于术前进行准确评估与规划^[54-57]。中华医学会数字医学分会等多个学会组织国内外专家牵头制订《原发性肝癌三维可视化技术操作及诊疗规范(2020 版)》和国际专家共识,形成较为系统、完整、合理的三维重建和可视化分析流程,该流程有助于执行更安全、准确的 LPTAR^[58-59]。选择病灶与周围组织 CT 阈值差别较大的增强扫描数据作为三维重建数据来源,其中门静脉和肝静脉的三维重建是 LPTAR 的重点部分:(1)重建的门静脉系统应至少显示至肝内 4 级分支。(2)重建肝静脉系统应至少显示至 2 级分支,有助于术前明确 TIHV。

主刀医师团队术前进行重建模型的质控和校正,不仅可以提高三维重建模型的准确性和临床适用性,还可以规划更合理、个体、安全的 LPTAR,体现手术医师团队参与个体化肝脏解剖的理解和手术规划过程。《原发性肝癌三维可视化技术操作及诊疗规范(2020 版)》提出三维重建、可视化诊断与治疗流程质量控制步骤和质量评分,该评分能够提高 LPTAR 术前三维重建的规范性^[56,59-60]。通过三维重建模型的荷瘤流域分析确定拟切除门静脉流域后,可对切除界面可能遇到的 TIHV 等解剖标志进行预判^[61-62]。Ariizumi 等^[63]评估 90 例虚拟肝切除

基础上行 AR 患者的资料,结果显示:在肝段、肝区、半肝切除的预测切除体积均与实际切除体积一致。Takamoto 等^[64]术前对 83 例需行 AR 患者使用三维重建软件,协助完成 71 例解剖性肝段切除或亚段切除,并成功显露肝段间静脉。

准确了解胆道解剖变异对于外科医师避免肝切除术中胆管损伤和术后胆汁漏的发生至关重要^[65-66]。MRCP 检查可较好地展示胆道系统,由于其原理为以患者为圆点的多次不同切面的图像采集拼接而成,空间分辨率低,且无法实现肝脏三维重建模型的任意角度观看和后处理,存在一定局限性^[67]。已有三维重建软件尝试在使用 MRCP 进行胆道系统三维重建,重建质量及效率尚可,相关算法也在进一步改进探索。理论上 LPTAR 在完整切除肿瘤门静脉流域的同时,确保剩余肝脏灌注的完整性,可有效避免缺血、淤血等术后并发症。在实际切除过程中,遵循门静脉流域进行肝切除可防止缺血发生,但无法避免剩余肝脏的肝静脉淤血,且术后淤血已被证实为肝细胞癌术后复发的高危因素,因此使用三维重建软件对 LPTAR 术后剩余肝脏的肝静脉回流进行有效模拟,促进患者肝功能恢复,有望提高生存和生命质量^[68-69]。

推荐意见 22: 高质量薄层 CT 检查数据采集是规范化重建的前提[证据级别:2++, 专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 23: 同质化、规范化三维重建是 LPTAR 精确规划和精准执行的重要条件[证据级别:2++, 专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 24: 由外科医师主导的三维重建模型的质控和校正提高重建的准确性和规划的适用性[证据级别:3, 专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 25: 基于术前三维重建模型的模拟肝切除入路保证手术切面的精准执行[证据级别:2++, 专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 26: 胆道系统三维重建和可视化分析有助于立体显示胆道树及变异情况[证据级别:4, 专家推荐:92.3%(24/26)]。

推荐意见 27: 避免术后肝淤血发生以保证剩余肝脏功能完整性[证据级别:2-, 专家推荐:100.0%(26/26)]。

(二) 肿瘤门静脉流域正染技术标准

正染法指穿刺目标肝蒂门静脉注射吲哚菁绿, 肿瘤肝段染色, 在肝实质离断前即可标记目标肝段的界限, 染色边界稳定, 但需要较高腹腔镜超声下

穿刺技巧^[70]。如目标肝蒂解剖和控制需要劈开大量肝实质才能达到, 首选推荐正染法, 此时目标肝蒂多为高位的 S7/8 段等 3 级肝蒂或中央区联合亚段肝蒂。S7 段肝蒂穿刺可选择膈面(较远)或脏面(较近)进针, 必要时游离旋转肝脏以便于穿刺; S8 段肝蒂穿刺多经膈面进针, 其中腹侧段肝蒂穿刺腹腔镜超声探头经右侧肋缘下主操作孔插入, 背侧段肝蒂穿刺则经剑突下戳孔插入探头, 从而使得穿刺针方向与血流方向一致。对于中央区联合亚段切除, 可采用“拼图式”多支门静脉流域正染^[70-74]。

腹腔镜超声引导目标肝蒂门静脉穿刺可经穿刺孔道或徒手进行, 通常根据目标肝蒂直径选择 18~21 G 经皮经肝胆道引流针。为了保证荧光染色门静脉流域范围与术前三维流域分析一致, 穿刺点应选择目标肝蒂的门静脉根部。针尖斜面朝向远侧准确穿刺到达目标门静脉后, 可稍用力刺破 Glisson 鞘后再回抽穿刺针, 使针尖位于目标门静脉内。拔出针芯, 见有血液缓慢流出即为穿刺成功。此时将预先排气好含有吲哚菁绿稀释液的注射器及延长管与穿刺针尾端连接, 缓慢推注, 避免回流。正染法吲哚菁绿常用剂量为 0.25 mg, 范围为 0.025~12.5 mg。国内术者通常根据目标肝段体积注入 0.025 mg/mL 的吲哚菁绿稀释液 1~5 mL (按每支 3 级肝蒂需 2~3 mL 计算), 实时观察染色强度, 调整用量, 尽可能少用, 避免过多吲哚菁绿进入体循环, 再灌注肝脏^[42, 75]。

由于腹腔镜超声引导下门静脉穿刺较为困难, Aoki 等^[75]采用术中经皮超声引导目标门静脉穿刺, 注入 0.025 mg/mL 的吲哚菁绿稀释液 1 mL, 再行腹腔镜解剖性肝段切除。王宏光^[76]发明一款专门适配穿刺孔道的激光发射器, 可帮助外科医师准确选择腹壁穿刺点, 引导经穿刺孔道进针, 缩短学习曲线。对于无穿刺孔道路径或不带穿刺孔道的腹腔镜超声探头, 为实现精准的门静脉穿刺染色, 术者仍需掌握腹腔镜超声引导下的徒手穿刺技术。正染法成功获得肝表面荧光染色范围后, 需与术前三维重建流域分析形态比对, 并以腹腔镜超声确定肿瘤位于染色范围内以及切缘情况。肝实质离断过程中腹腔镜超声确定基底部切缘, 必要时修正荧光染色平面^[19, 76]。

正染法失败的常见原因: (1) 目标门静脉辨识错误(穿错门静脉分支、肝静脉误认为门静脉)。(2) 穿刺点离分叉太近、推注速度过快、吲哚菁绿反流。(3) 多支、细小门静脉。(4) 吲哚菁绿给药过多, 进入

体循环后再灌注肝脏。当正染法穿刺错误门静脉或因吲哚菁绿回流至周围肝脏染色,可尝试正染改反染策略;多支门静脉供血,无法完全穿刺染色覆盖目标区域,可利用部分荧光界限劈开肝实质,找到 Glisson 蒂阻断后再根据缺血线或反染离断剩余肝实质,必要时可结合主肝静脉显露的定构切除;因吲哚菁绿过量导致周围肝脏染色,可切换黑白模式提高对比度,观察是否仍然有界限。

推荐意见 28:选取目标肝蒂的门静脉根部为穿刺点[证据级别:2-,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 29:腹腔镜超声引导经穿刺孔道或徒手目标肝蒂门静脉穿刺,根据目标肝蒂直径选择 18~21 G 经皮经肝胆道引流针,根据目标肝段体积注入 0.025 mg/mL 的吲哚菁绿稀释液 1~5 mL [证据级别:2-,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 30:肝表面荧光染色范围与术前三维重建流域分析形态比对,腹腔镜超声确定肿瘤位于染色范围内并有符合要求的切缘[证据级别:2-,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 31:按照荧光染色引导肝实质离断,必要时可结合主肝静脉显露的定构切除[证据级别:2-,专家推荐:100.0%(26/26)]。

推荐意见 32:腹腔镜超声确定肝实质离断基底部切缘,必要时修正荧光染色平面[证据级别:2-,专家推荐:100.0%(26/26)]。

(三) 荷瘤门静脉流域反染技术标准

Glisson 入路指 Glisson 鞘外解剖入路,被定义为肝外或肝内的肝蒂鞘外解剖入路,而不论肝蒂级别,亦不解剖肝十二指肠韧带。与之相对的肝门入路,是指在肝十二指肠韧带中分别对门静脉、肝动脉和胆管进行鞘内解剖游离。Glisson 入路是《微创解剖性肝切除国际专家共识(2021 年版)》中首要推荐的腹腔镜下 AR 实施入路,建议在 1~3 级肝蒂的解剖中使用^[33-34]。通过对 1~3 级甚至 4 级目标肝蒂的根部进行结扎,导致相对应的门静脉流域肝叶、区、段、亚段的入肝血流被阻断后经外周循环注射吲哚菁绿,从而实现荷瘤门静脉流域反染。从目标肝蒂根部进行结扎,保证荷瘤区域更高级别的肝蒂(4 级以上)不被遗留,以此满足 4 级肝蒂供应的亚段为最小切除单位的要求,这也是幕内雅敏经典 AR 的技术要求^[5-7,48,75,77-78]。

在 Glisson 入路中借助“门理论”能最大限度发挥腹腔镜外科的技术优势。解剖标志对辨识肝外肝蒂解剖入路至关重要,“门理论”正是通过一些关

键解剖标志实现肝外 Glisson 入路解剖。Glisson 肝蒂系统能够轻易借助“6 扇门”结构在肝外被予以游离。

Laennec 膜被定位为覆盖整个肝脏实质和肝蒂的纤维膜结构,辨识 Laennec 包膜与肝蒂之间的乏血管间隙,是《微创解剖性肝切除国际专家共识(2021 年版)》中推荐的游离肝外 Glisson 肝蒂系统的基本步骤。循 Laennec 膜可较为方便地在不劈开肝实质的前提下,经 Glisson 入路实现 1~3 级甚至 4 级肝蒂的结扎控制。3 级及以上肝蒂的 Laennec 膜解剖确实存在一定的 Glisson 鞘损伤风险,但这是进行肝段甚至亚段精细解剖的必要操作,应在足够的技术储备下谨慎实施^[79-80]。

推荐意见 33:采用 Glisson 入路实施荷瘤目标肝蒂根部结扎[证据级别:2-,专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 34:借助“门理论”实施 Glisson 入路[证据级别:2-,专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 35:循 Laennec 膜实施 Glisson 入路[证据级别:2-,专家推荐:96.2%(25/26)]。

推荐意见 36:注入 0.025 mg/mL 的吲哚菁绿稀释液 4~12 mL [证据级别:2-,专家推荐:100%(26/26)]。

(四) 介入引导的荷瘤门静脉流域染色技术标准

介入引导下经肝动脉吲哚菁绿荧光显像技术在适合病例能取得与门静脉流域荧光染色技术相媲美的荷瘤 Glisson 系统染色效果。2016 年法国学者 Diana 等^[81]在杂交手术室首次将肝动脉内吲哚菁绿注射行肝段染色技术应用于动物实验中,并证明与门静脉注射比较,经动脉荧光显像技术具有更好的信噪背景比和更持久的荧光显像时间。2017 年 Ueno 等^[82]首次将该技术运用于临床腹腔镜肝切除术中,并于 2019 年进行靶肝段注射靛胭脂红与吲哚菁绿两种染料后行术中肝切除导航的前瞻性对比研究,结果显示:与传统染料比较,经肝动脉吲哚菁绿荧光显像具有更清晰、更持久的辨别肝段间平面的作用。2017—2019 年 Ueno 团队报道了 15 例经肝动脉吲哚菁绿荧光显像技术引导腹腔镜解剖性肝切除病例,均为单发肿瘤,长径 2.0~5.5 cm,大部分位于 S6、S8 段^[83]。Li 等^[84]团队报道 8 例该类病例,均为单发肿瘤,长径 1.6~4.6 cm,肿瘤多位于 S6~S8 段。Qian 等^[85]报道 10 例该类病例,均为单发肿瘤,长径约 3 cm,大部分位于 S3、S8 段。Hou 等^[86]报道 13 例该类病例,均为单发肿瘤,长径

1.7~4.9 cm, 大部分位于 S6~S8 段。Xiong 等^[87]将碘油与吲哚菁绿混合后用于肝癌破裂出血急诊栓塞止血与后续肝切除术中荧光导航, 为二期手术切除提供高亮度、强对比、边界清晰、定位精准的荧光导航, 有效提高了晚期肝癌或肝癌破裂出血患者转化后切除的精准性和根治性效果。

在肿瘤较大或临床分期较晚患者中可能由于“新生不成对动脉”的数量较多、异位动脉供血等情况, 需要对肿瘤多支供血动脉逐一染色栓塞, 增加介入难度, 导致染色效果不佳^[88-89]。通过 CT 三维血管成像检查, 尤其是 CT 扫描动脉重建可在术前提示肿瘤供血动脉数量、是否合并动静脉瘘以及是否存在异位动脉供血, 对经肝动脉吲哚菁绿荧光显像技术具有重要意义。目前经肝动脉途径吲哚菁绿荧光显像技术实施流程分为先在介入手术室完成吲哚菁绿染色后再于手术室行荧光腹腔镜手术的“两步法”和在介入杂交手术室同期进行的吲哚菁绿染色联合荧光腹腔镜手术的“一步法”两种。对于择期手术肝癌病例, 有研究者于杂交手术室实施“一步法”^[83-85]。对于肝癌破裂出血患者, Xiong 等^[87]将碘油与吲哚菁绿混合后用于肝癌破裂出血急诊栓塞止血与后续荧光导航肝切除, 实质上亦属于“二步法”范畴。Li 等^[84]报道 8 例经肝动脉途径吲哚菁绿荧光显像患者, 结果显示: 肝动脉内单纯吲哚菁绿注射后在周围肝组织中无吲哚菁绿扩散。Ueno 等^[82]和 Qian 等^[85]使用对目标肝动脉直接灌注吲哚菁绿后使用明胶海绵封堵血流, 避免吲哚菁绿被冲洗到血循环中。Hou 等^[86]报道的病例使用吲哚菁绿混合碘油进行靶动脉内注射, 同样成功完成目标肝段的荧光显像。Xiong 等^[87]利用超稳定均相化碘油-亲水性药物技术将碘化油与吲哚菁绿混合, 可促进吲哚菁绿药物长期存留在碘油中并缓慢释放, 使其稳定的存在目标肝段, 从而达到更持久的染色。

推荐意见 37: 介入引导下经肝动脉吲哚菁绿荧光显像技术适用于位于单一肝段、直径≤5 cm 的单发肝细胞癌(巴塞罗那临床肝癌分期 IA、IB 期, 中国肝癌临床分期 Ia 期)[证据级别: 2+, 专家推荐: 96.2%(25/26)]。

推荐意见 38: 在肝细胞癌破裂出血行介入止血过程中, 同期行经肝动脉吲哚菁绿荧光显像, 为后期手术提供荧光导航[证据级别: 3, 专家推荐: 92.3%(24/26)]。

推荐意见 39: 术前常规行 CT 扫描动脉三维重

建评估介入引导下经肝动脉吲哚菁绿荧光显像[证据级别: 3, 专家推荐: 92.3%(24/26)]。

推荐意见 40: 对于限期肝细胞癌患者, 在杂交手术室同期行介入引导下经肝动脉吲哚菁绿荧光显像技术联合腹腔镜解剖性肝切除术[证据级别: 2+, 专家推荐: 96.2%(25/26)]。

推荐意见 41: 建议将栓塞剂(明胶海绵或碘油)和吲哚菁绿混合后进行靶动脉注射, 达到更持久的肝段荧光显像[证据级别: 2+, 专家推荐: 96.2%(25/26)]。

八、LPTAR 的适应证和拓展应用

LPTAR 最主要的适应证是荷瘤门静脉流域完整的较早期中小肝细胞癌, 在尽可能清除荷瘤门静脉流域同时保证剩余肝脏完整功能, 从而实现肿瘤学获益^[5-7, 24, 33, 42, 47, 90]。对于中晚期肝细胞癌患者的大范围肝切除, 可以功能性门静脉流域肝段或亚段为单位进行保留, 增加有效剩余肝脏体积, 降低术后并发症发生率^[50-53]。此外, LPTAR 可拓展应用于需要完整切除 Glisson 系统而获取更好疗效的肝内胆管结石、肝内胆管癌、Kras 突变的结肠癌肝转移, 或在活体肝移植中尝试对供、受者带来更多的功能性剩余肝脏^[91-103]。

推荐意见 42: LPTAR 的适应证包括荷瘤门静脉流域完整的肝细胞癌[证据级别: 2-, 专家推荐: 100.0%(26/26)]。

推荐意见 43: 大范围肝切除中以功能性流域肝段或亚段为单位进行保留[证据级别: 3, 专家推荐: 100.0%(26/26)]。

推荐意见 44: LPTAR 拓展应用于肝内胆管结石[证据级别: 3, 专家推荐: 96.2%(25/26)]、肝内胆管癌[证据级别: 3, 专家推荐: 92.3%(24/26)]、结肠癌肝转移或 Kras 突变的结肠癌肝转移[证据级别: 3, 专家推荐: 84.6%(22/26)]、活体供肝切取[证据级别: 3, 专家推荐: 80.8%(21/26)]。

《腹腔镜门静脉流域解剖性肝切除理论及技术标准中国专家共识(2023 版)》编审委员会成员名单

主审专家:

董家鸿 清华大学附属北京清华长庚医院

陈亚进 中山大学孙逸仙纪念医院

审议专家(按姓氏汉语拼音排序):

蔡秀军 浙江大学医学院附属邵逸夫医院

陈 敏 陆军军医大学第一附属医院

《中华消化外科杂志》

陈进宏 复旦大学附属华山医院
方驰华 南方医科大学珠江医院
匡 铭 中山大学附属第一医院
刘连新 中国科学技术大学附属第一医院
王 鲁 复旦大学附属肿瘤医院
吴 泓 四川大学华西医院
尹新民 湖南省人民医院
曾 勇 四川大学华西医院
张万广 华中科技大学同济医学院附属同济医院
张学文 吉林大学附属第二医院
郑树国 陆军军医大学第一附属医院
周 杰 南方医科大学南方医院

执笔专家:

曹 君 中山大学孙逸仙纪念医院
王宏光 中国医学科学院肿瘤医院
梁 霄 浙江大学医学院附属邵逸夫医院
王晓颖 复旦大学附属中山医院
李建伟 陆军军医大学第一附属医院
成 伟 湖南省第三人民医院
魏永刚 四川大学华西医院
黄纪伟 四川大学华西医院
杨 剑 南方医科大学珠江医院
朱文伟 复旦大学附属华山医院

秘书:

霍佳丽 陆军军医大学第一附属医院
夏 浪 陆军军医大学第一附属医院

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Makuuchi M, Hasegawa H, Yamazaki S. Ultrasonically guided subsegmentectomy[J]. Surg Gynecol Obstet, 1985, 161(4): 346-350.
- [2] Takamoto T, Makuuchi M. Precision surgery for primary liver cancer[J]. Cancer Biol Med, 2019, 16(3): 475-485. DOI: 10.20892/j.issn.2095-3941.2019.0194.
- [3] Shindoh J, Makuuchi M, Matsuyama Y, et al. Complete removal of the tumor-bearing portal territory decreases local tumor recurrence and improves disease-specific survival of patients with hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2016, 64(3): 594-600. DOI: 10.1016/j.jhep.2015.10.015.
- [4] Shindoh J, Mise Y, Satou S, et al. The intersegmental plane of the liver is not always flat—tricks for anatomical liver resection[J]. Ann Surg, 2010, 251(5): 917-922. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181d773ae.
- [5] Liang X, Zheng J, Xu J, et al. Laparoscopic anatomical portal territory hepatectomy using Glissonean pedicle approach (Takasaki approach) with indocyanine green fluorescence negative staining: how I do it[J]. HPB (Oxford), 2021, 23(9): 1392-1399. DOI: 10.1016/j.hpb.2021.01.014.
- [6] 曹君, 王宏光, 梁霄, 等. 门静脉流域解剖性肝切除治疗肝细胞癌的理论和技术实践[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(5): 591-597. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220413-00202.
- [7] Wang X, Li J, Cao J, et al. Approaches of laparoscopic anatomical liver resection of segment 8 for hepatocellular carcinoma: a retrospective cohort study of short-term results at multiple centers in China[J]. Int J Surg, 2023, 109(11): 3365-3374. DOI: 10.1097/JIS.0000000000000608.
- [8] Wakabayashi G, Cherqui D, Geller DA, et al. Recommendations for laparoscopic liver resection: a report from the second international consensus conference held in Morioka [J]. Ann Surg, 2015, 261(4): 619-629. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001184.
- [9] Figueroa R, Laurenzi A, Laurent A, et al. Perihilar Glissonian approach for anatomical parenchymal sparing liver resections: technical aspects: the taping game[J]. Ann Surg, 2018, 267(3): 537-543. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002100.
- [10] Roayaie S, Obeidat K, Sposito C, et al. Resection of hepatocellular cancer ≤ 2 cm: results from two Western centers [J]. Hepatology, 2013, 57(4): 1426-1435. DOI: 10.1002/hep.25832.
- [11] Viganò L, Procopio F, Mimmo A, et al. Oncologic superiority of anatomic resection of hepatocellular carcinoma by ultrasound-guided compression of the portal tributaries compared with nonanatomic resection: an analysis of patients matched for tumor characteristics and liver function [J]. Surgery, 2018, 164(5): 1006-1013. DOI: 10.1016/j.surg.2018.06.030.
- [12] Hokuto D, Nomi T, Yasuda S, et al. Does anatomic resection improve the postoperative outcomes of solitary hepatocellular carcinomas located on the liver surface? [J]. Surgery, 2018, 163(2): 285-290. DOI: 10.1016/j.surg.2017.08.024.
- [13] Kaibori M, Kon M, Kitawaki T, et al. Comparison of anatomic and non-anatomic hepatic resection for hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2017, 24(11): 616-626. DOI: 10.1002/jhbp.502.
- [14] Moris D, Tsilimigras DI, Kostakis ID, et al. Anatomic versus non-anatomic resection for hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Surg Oncol, 2018, 44(7): 927-938. DOI: 10.1016/j.ejso.2018.04.018.
- [15] Wu JY, Sun JX, Bai YN, et al. Long-term outcomes of anatomic versus nonanatomic resection in hepatocellular carcinoma patients with bile duct tumor thrombus: a propensity score matching analysis[J]. Ann Surg Oncol, 2021, 28(12): 7686-7695. DOI: 10.1245/s10434-021-09874-3.
- [16] Zhang XP, Xu S, Lin ZY, et al. Significance of anatomical resection and resection margin status in patients with HBV-related hepatocellular carcinoma and microvascular invasion: a multicenter propensity score-matched study [J]. Int J Surg, 2023, 109(4): 679-688. DOI: 10.1097/JIS.000000000000204.
- [17] Zheng J, Feng X, Cai J, et al. Laparoscopic anatomical portal territory hepatectomy with cirrhosis by Takasaki's approach and indocyanine green fluorescence navigation (with video) [J]. Ann Surg Oncol, 2020, 27(13): 5179-5180. DOI: 10.1245/s10434-020-08592-6.
- [18] Shin SW, Kim TS, Ahn KS, et al. Effect of anatomical liver resection for hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Surg, 2023, 109(9): 2784-2793. DOI: 10.1097/JIS.0000000000000503.
- [19] Xu Y, Chen M, Meng X, et al. Laparoscopic anatomical liver resection guided by real-time indocyanine green fluorescence imaging: experience and lessons learned from the initial series in a single center[J]. Surg Endosc, 2020, 34(10): 4683-4691. DOI: 10.1007/s00464-020-07691-5.
- [20] Cao J, Li WD, Zhou R, et al. Totally laparoscopic anatomic

- S7 segmentectomy using in situ split along the right intersectoral and intersegmental planes[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(1):174-181. DOI:10.1007/s00464-020-07376-z.
- [21] Berardi G, Colasanti M, Meniconi RL, et al. The applications of 3D imaging and indocyanine green dye fluorescence in laparoscopic liver surgery[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(12):2169. DOI:10.3390/diagnostics11122169.
- [22] Ishizawa T, Saiura A, Kokudo N. Clinical application of indocyanine green-fluorescence imaging during hepatectomy [J]. *Hepatobiliary Surg Nutr*, 2016, 5(4): 322-328. DOI: 10.21037/hbsn.2015.10.01.
- [23] Nishino H, Seo S, Hatano E, et al. What is a precise anatomic resection of the liver? Proposal of a new evaluation method in the era of fluorescence navigation surgery[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2021, 28(6):479-488. DOI:10.1002/jhbp.824.
- [24] Liu F, Wang H, Ma W, et al. Short-and long-term outcomes of indocyanine green fluorescence navigation-versus conventional-laparoscopic hepatectomy for hepatocellular carcinoma: a propensity score-matched, retrospective, cohort study[J]. *Ann Surg Oncol*, 2023, 30(4):1991-2002. DOI:10.1245/s10434-022-13027-5.
- [25] Inoue Y, Arita J, Sakamoto T, et al. Anatomical liver resections guided by 3-dimensional parenchymal staining using fusion indocyanine green fluorescence imaging[J]. *Ann Surg*, 2015, 262(1): 105-111. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000775.
- [26] Shindoh J, Hasegawa K, Kokudo N. Anatomic resection of hepatocellular carcinoma: a step forward for the precise resection of the tumor-bearing portal territory of the liver [J]. *Ann Surg*, 2015, 261(5):e145. DOI:10.1097/SLA.0000000000000531.
- [27] Nishino H, Hatano E, Seo S, et al. Real-time navigation for liver surgery using projection mapping with indocyanine green fluorescence: development of the novel medical imaging projection system[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(6):1134-1140. DOI:10.1097/SLA.0000000000002172.
- [28] Nomi T, Hokuto D, Yoshikawa T, et al. A novel navigation for laparoscopic anatomic liver resection using indocyanine green fluorescence[J]. *Ann Surg Oncol*, 2018, 25(13): 3982. DOI:10.1245/s10434-018-6768-z.
- [29] Marino MV, Podda M, Fernandez CC, et al. The application of indocyanine green-fluorescence imaging during robotic-assisted liver resection for malignant tumors: a single-arm feasibility cohort study[J]. *HPB (Oxford)*, 2020, 22(3):422-431. DOI:10.1016/j.hpb.2019.07.013.
- [30] 曹君, 陈亚进.《微创解剖性肝切除国际专家共识(2021年版)》解读[J]. *中国实用外科杂志*, 2022, 42(8):858-862. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.08.04.
- [31] Zhu W, Zeng X, Hu H, et al. Perioperative and disease-free survival outcomes after hepatectomy for centrally located hepatocellular carcinoma guided by augmented reality and indocyanine green fluorescence imaging: a single-center experience[J]. *J Am Coll Surg*, 2023, 236(2):328-337. DOI: 10.1097/XCS.0000000000000472.
- [32] 曹君, 陈亚进.腹腔镜解剖性肝切除治疗肝癌的规范与思考[J]. *外科理论与实践*, 2022, 27(2):123-127. DOI:10.16139/j.1007-9610.2022.02.007.
- [33] Pang YY. The Brisbane 2000 terminology of liver anatomy and resections. *HPB 2000*;2:333-339[J]. *HPB (Oxford)*, 2002, 4(2):99-100. DOI:10.1080/136518202760378489
- [34] Morimoto M, Monden K, Wakabayashi T, et al. Minimally invasive anatomic liver resection: results of a survey of world experts[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2022, 29(1): 33-40. DOI:10.1002/jhbp.1094.
- [35] Gotohda N, Cherqui D, Geller DA, et al. Expert consensus guidelines: how to safely perform minimally invasive anatomic liver resection[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2022, 29(1):16-32. DOI:10.1002/jhbp.1079.
- [36] Kubo N, Araki K, Harimoto N, et al. Hepatic resection for the right hepatic vein drainage area with indocyanine green fluorescent imaging navigation[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2020, 27(7):371-379. DOI:10.1002/jhbp.728.
- [37] Machado MA, Surjan RC, Basseres T, et al. The laparoscopic Glissonian approach is safe and efficient when compared with standard laparoscopic liver resection: results of an observational study over 7 years[J]. *Surgery*, 2016, 160(3):643-651. DOI:10.1016/j.surg.2016.01.017.
- [38] Cimpeanu I, Băjenaru N, Pușcașu A. A Lesser-Known hepatic anatomical and surgical structure: the rouviere-gans incisura (RGI) [J]. *Chirurgia (Bucur)*, 2017, 112(3):252-258. DOI:10.21614/chirurgia.112.3.252.
- [39] Kim JH, Cho BS, Jang JH. Pure laparoscopic anatomical segment VI resection using the Glissonian approach, Rouviere's sulcus as a landmark, and a modified liver hanging maneuver (with video)[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2018, 403(1): 131-135. DOI:10.1007/s00423-018-1652-7.
- [40] 曹君, 陈亚进.腹腔镜下定构流程化解剖性肝中叶切除治疗肝细胞癌的临床效果[J]. *中华外科杂志*, 2021, 59(10):836-841. DOI:10.3760/cma.j.cn112139-20210615-00259.
- [41] Berardi G, Igarashi K, Li CJ, et al. Parenchymal sparing anatomical liver resections with full laparoscopic approach: description of technique and short-term results[J]. *Ann Surg*, 2021, 273(4):785-791. DOI:10.1097/SLA.0000000000003575.
- [42] Wakabayashi T, Cacciaguerra AB, Abe Y, et al. Indocyanine green fluorescence navigation in liver surgery: a systematic review on dose and timing of administration[J]. *Ann Surg*, 2022, 275(6):1025-1034. DOI:10.1097/SLA.0000000000005406.
- [43] Cao J, Chen Y. Is HPB robotic-assisted surgery an evolution or a revolution in laparoscopy? [J]. *Hepatobiliary Surg Nutr*, 2023, 12(1):84-87. DOI:10.21037/hbsn-22-629.
- [44] Tao H, Wang Z, Zeng X, et al. Augmented reality navigation plus indocyanine green fluorescence imaging can accurately guide laparoscopic anatomical segment 8 resection [J]. *Ann Surg Oncol*, 2023, 30(12):7373-7383. DOI:10.1245/s10434-023-14126-7.
- [45] Gon H, Komatsu S, Murakami S, et al. Real-time navigation during hepatectomy using fusion indocyanine green-fluorescence imaging: protocol for a prospective cohort study [J]. *BMJ Open*, 2019, 9(8):e030233. DOI:10.1136/bmjopen-2019-030233.
- [46] Gavrilidis P, Edwin B, Pelanis E, et al. Navigated liver surgery: State of the art and future perspectives[J]. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2022, 21(3):226-233. DOI:10.1016/j.hbpd.2021.09.002.
- [47] Funamizu N, Ozaki T, Mishima K, et al. Evaluation of accuracy of laparoscopic liver mono-segmentectomy using the Glissonian approach with indocyanine green fluorescence negative staining by comparing estimated and actual resection volumes: a single-center retrospective cohort study [J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2021, 28(12):1060-1068. DOI:10.1002/jhbp.924.

- [48] Takasaki K. Glissonean pedicle transection method for hepatic resection: a new concept of liver segmentation[J]. J Hepatobiliary Pancreat Surg, 1998, 5(3): 286-291. DOI: 10.1007/s005340050047.
- [49] Chen J, Zhang Z, Zhou R, et al. The APR triangle: a practical zone in the Glissonean approach to laparoscopic anatomical right hepatectomy[J]. iLIVER, 2022, 1(3): 176-180. DOI: 10.1016/j.iliver.2022.08.004.
- [50] 陈捷, 殷涛, 王安志, 等. 腹腔镜解剖性肝右后区联合右前区背侧段切除术治疗肝细胞癌的临床疗效[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(7): 949-955. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220620-00344.
- [51] Kim JH, Kim H. Pure laparoscopic anatomic resection of the segment 8 ventral area using the transfissural Glissonean approach[J]. Ann Surg Oncol, 2019, 26(13): 4608-4609. DOI: 10.1245/s10434-019-07852-4.
- [52] Kurimoto A, Yamanaka J, Hai S, et al. Parenchyma-preserving hepatectomy based on portal ramification and perfusion of the right anterior section: preserving the ventral or dorsal area[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2016, 23(3): 158-166. DOI: 10.1002/jhbp.317.
- [53] Fujimoto J, Hai S, Hirano T, et al. Anatomic liver resection of right paramedian sector: ventral and dorsal resection[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2015, 22(7): 538-545. DOI: 10.1002/jhbp.249.
- [54] Liu Y, Wang Q, Du B, et al. A meta-analysis of the three-dimensional reconstruction visualization technology for hepatectomy[J]. Asian J Surg, 2023, 46(2): 669-676. DOI: 10.1016/j.asjsur.2022.07.006.
- [55] Jiang J, Pei L, Jiang R. Clinical efficacy and safety of 3D vascular reconstruction combined with 3D navigation in laparoscopic hepatectomy: systematic review and meta-analysis[J]. J Gastrointest Oncol, 2022, 13(3): 1215-1223. DOI: 10.21037/jgo-22-198.
- [56] 郑民华. 消化道微创手术: 砥砺前行 30 年[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(1): 27-29. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20211213-00650.
- [57] Fang C, An J, Bruno A, et al. Consensus recommendations of three-dimensional visualization for diagnosis and management of liver diseases[J]. Hepatol Int, 2020, 14(4): 437-453. DOI: 10.1007/s12072-020-10052-y.
- [58] Zhang S, Huang Z, Cai L, et al. Three-dimensional versus two-dimensional video-assisted hepatectomy for liver disease: a meta-analysis of clinical data[J]. Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne, 2021, 16(1): 1-9. DOI: 10.5114/wiitm.2020.100678.
- [59] 祝文, 方驰华, 范应方, 等. 原发性肝癌三维可视化诊治平台的构建及临床应用[J/CD]. 中华肝胆外科杂志, 2015, 4(5): 6. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-3232.2015.05.004.
- [60] Wang Y, Cao D, Chen SL, et al. Current trends in three-dimensional visualization and real-time navigation as well as robot-assisted technologies in hepatobiliary surgery[J]. World J Gastrointest Surg, 2021, 13(9): 904-922. DOI: 10.4240/wjgs.v13.i9.904.
- [61] Monden K, Alconchel F, Berardi G, et al. Landmarks and techniques to perform minimally invasive liver surgery: a systematic review with a focus on hepatic outflow[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2022, 29(1): 66-81. DOI: 10.1002/jhbp.898.
- [62] Mise Y, Hasegawa K, Satou S, et al. How has virtual hepatectomy changed the practice of liver surgery?: Experience of 1194 virtual hepatectomy before liver resection and living donor liver transplantation[J]. Ann Surg, 2018, 268(1): 127-133. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002213.
- [63] Ariizumi S, Takahashi Y, Kotera Y, et al. Novel virtual hepatectomy is useful for evaluation of the portal territory for anatomical sectionectomy, segmentectomy, and hemihepatectomy[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2013, 20(3): 396-402. DOI: 10.1007/s00534-012-0573-z.
- [64] Takamoto T, Hashimoto T, Ogata S, et al. Planning of anatomical liver segmentectomy and subsegmentectomy with 3-dimensional simulation software[J]. Am J Surg, 2013, 206(4): 530-538. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2013.01.041.
- [65] Ohkubo M, Nagino M, Kamiya J, et al. Surgical anatomy of the bile ducts at the hepatic hilum as applied to living donor liver transplantation[J]. Ann Surg, 2004, 239(1): 82-86. DOI: 10.1097/01.sla.0000102934.93029.89.
- [66] Chen R, Wang Z, Zhu W, et al. Laparoscopic in situ anatomical mesohepatectomy for solitary massive HCC using combined intrafascial and extrafascial approaches with indocyanine green navigation (with video)[J]. Ann Surg Oncol, 2022, 29(3): 2034-2040. DOI: 10.1245/s10434-021-10886-2.
- [67] 中华医学会放射学分会腹部学组. 磁共振胰胆管成像扫描技术及临床应用中国专家共识[J]. 磁共振成像, 2023, 14(4): 1-5, 21. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2023.04.001.
- [68] Cho JY, Han HS, Choi Y, et al. Association of remnant liver ischemia with early recurrence and poor survival after liver resection in patients with hepatocellular carcinoma[J]. JAMA Surg, 2017, 152(4): 386-392. DOI: 10.1001/jama.surg.2016.5040.
- [69] Li XL, Xu B, Zhu XD, et al. Simulation of portal/hepatic vein associated remnant liver ischemia/congestion by three-dimensional visualization technology based on preoperative CT scan[J]. Ann Transl Med, 2021, 9(9): 756. DOI: 10.21037/atm-20-7920.
- [70] Wang X, Teh CSC, Ishizawa T, et al. Consensus guidelines for the use of fluorescence imaging in hepatobiliary surgery[J]. Ann Surg, 2021, 274(1): 97-106. DOI: 10.1097/SLA.0000000000004718.
- [71] 尹大龙, 张树庚. 吲哚菁绿荧光实时引导技术在肝胆外科中的应用[J]. 肝胆外科杂志, 2019, 27(4): 246-248. DOI: 10.3969/j.issn.1006-4761.2019.04.004.
- [72] 李宏宇, 魏林, 朱志军, 等. 吲哚菁绿荧光引导腹腔镜解剖性肝段获取术在小儿活体肝移植中的应用价值[J]. 中华消化外科杂志, 2021, 20(1): 118-124. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20201028-00679.
- [73] 王鹏飞, 陈明易, 卢实春, 等. 吲哚菁绿荧光引导腹腔镜解剖性肝脏 VI 段切除手术流程[J]. 中华肝胆外科杂志, 2019, 25(3): 2. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-8118.2019.02.018.
- [74] 郑树国, 旷钥文. 腹腔镜限量解剖性肝切除的理念与实践[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(5): 586-590. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220506-00255.
- [75] Aoki T, Koizumi T, Mansour DA, et al. Ultrasound-guided preoperative positive percutaneous indocyanine green fluorescence staining for laparoscopic anatomical liver resection[J]. J Am Coll Surg, 2020, 230(3): e7-e12. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2019.11.004.
- [76] 王宏光. 肝脏外科术中超声基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2023.
- [77] Yamamoto M, Katagiri S, Ariizumi S, et al. Tips for anatomical hepatectomy for hepatocellular carcinoma by the Glissonean pedicle approach (with videos)[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2014, 21(8): E53-E56. DOI: 10.1002/jhbp.117.

- [78] Moris D, Rahnama-Azar AA, Tsilimigras DI, et al. Updates and critical insights on glissonian approach in liver surgery[J]. *J Gastrointest Surg*, 2018, 22(1): 154-163. DOI: 10.1007/s11605-017-3613-9.
- [79] Sugioka A, Kato Y, Tanahashi Y. Systematic extrahepatic Glissonean pedicle isolation for anatomical liver resection based on Laennec's capsule: proposal of a novel comprehensive surgical anatomy of the liver[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2017, 24(1): 17-23. DOI: 10.1002/jhbp.410.
- [80] Shirata C, Kokudo T, Gillet M, et al. Reappraisal of Laennec's capsule[J]. *Surg Oncol*, 2020, 33: 222-223. DOI: 10.1016/j.suronc.2019.08.004.
- [81] Diana M, Liu YY, Pop R, et al. Superselective intra-arterial hepatic injection of indocyanine green (ICG) for fluorescence image-guided segmental positive staining: experimental proof of the concept[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(3): 1451-1460. DOI: 10.1007/s00464-016-5136-y.
- [82] Ueno M, Hayami S, Sonomura T, et al. Indocyanine green fluorescence imaging techniques and interventional radiology during laparoscopic anatomical liver resection (with video) [J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(2): 1051-1055. DOI: 10.1007/s00464-017-5997-8.
- [83] Ueno M, Hayami S, Sonomura T, et al. Concomitant use of indocyanine green fluorescence imaging and interventional radiology for detection of liver segments during laparoscopic anatomical liver resection: pilot feasibility study[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2019, 29(4): 242-246. DOI: 10.1097/SLE.0000000000000631.
- [84] Li WF, Al-Taher M, Yu CY, et al. Super-selective intra-arterial indocyanine green administration for near-infrared fluorescence-based positive staining of hepatic segmentation: a feasibility study[J]. *Surg Innov*, 2021, 28(6): 669-678. DOI: 10.1177/1553350621996972.
- [85] Qian X, Hu W, Gao L, et al. Trans-arterial positive ICG staining-guided laparoscopic liver watershed resection for hepatocellular carcinoma[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 966626. DOI: 10.3389/fonc.2022.966626.
- [86] Hou ZQ, Xie QY, Liao MH, et al. Use of indocyanine green fluorescence navigation in laparoscopic anatomical hepatectomy[J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2023, 61(5): 368-374. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20230113-00021.
- [87] Xiong Y, He P, Zhang Y, et al. Superstable homogeneous lipiodol-ICG formulation: initial feasibility and first-in-human clinical application for ruptured hepatocellular carcinoma [J]. *Regen Biomater*, 2023, 10: rbac106. DOI: 10.1093/rb/rbac106.
- [88] Yang ZF, Poon RT. Vascular changes in hepatocellular carcinoma[J]. *Anat Rec (Hoboken)*, 2008, 291(6): 721-734. DOI: 10.1002/ar.20668.
- [89] 谢青云, 邱国腾, 金兆星, 等. 经肝动脉途径荧光染色在锥形单位肝切除术中的应用[J]. *肝胆外科杂志*, 2021, 29(5): 390-393. DOI: 10.3969/j.issn.1006-4761.2021.05.018.
- [90] Wakabayashi G, Cherqui D, Geller DA, et al. The Tokyo 2020 terminology of liver anatomy and resections: updates of the Brisbane 2000 system[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2022, 29(1): 6-15. DOI: 10.1002/jhbp.1091.
- [91] Jarufe N, Figueroa E, Muñoz C, et al. Anatomic hepatectomy as a definitive treatment for hepatolithiasis: a cohort study[J]. *HPB (Oxford)*, 2012, 14(9): 604-610. DOI: 10.1111/j.1477-2574.2012.00488.x.
- [92] Zhai ST, Liang X, Mao QJ, et al. A retrospective pilot study to examine the feasibility of real-time navigation for laparoscopic liver resections in intrahepatic cholangiocarcinoma using fusion indocyanine green fluorescence imaging[J]. *J Surg Oncol*, 2020, 122(2): 226-233. DOI: 10.1002/jso.25940.
- [93] Si A, Li J, Yang Z, et al. Impact of anatomical versus non-anatomical liver resection on short- and long-term outcomes for patients with intrahepatic cholangiocarcinoma [J]. *Ann Surg Oncol*, 2019, 26(6): 1841-1850. DOI: 10.1245/s10434-019-07260-8.
- [94] Margonis GA, Buettner S, Andreatos N, et al. Anatomical resections improve disease-free survival in patients with KRAS-mutated colorectal liver metastases[J]. *Ann Surg*, 2017, 266(4): 641-649. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002367.
- [95] Benedetti Cacciaguerra A, Görges B, Cipriani F, et al. Risk factors of positive resection margin in laparoscopic and open liver surgery for colorectal liver metastases: a new perspective in the perioperative assessment: a European multicenter study[J]. *Ann Surg*, 2022, 275(1): e213-e221. DOI: 10.1097/SLA.0000000000004077.
- [96] Yamashita S, Venkatesan AM, Mizuno T, et al. Remnant liver ischemia as a prognostic factor for cancer-specific survival after resection of colorectal liver metastases[J]. *JAMA Surg*, 2017, 152(10): e172986. DOI: 10.1001/jamasurg.2017.2986.
- [97] Peng Y, Li B, Xu H, et al. Pure laparoscopic versus open approach for living donor right hepatectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2022, 32(8): 832-841. DOI: 10.1089/lap.2021.0583.
- [98] Shio S, Yazumi S, Ogawa K, et al. Biliary complications in donors for living donor liver transplantation[J]. *Am J Gastroenterol*, 2008, 103(6): 1393-1398. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2008.01786.x.
- [99] Seehofer D, Eurich D, Veltzke-Schlieker W, et al. Biliary complications after liver transplantation: old problems and new challenges[J]. *Am J Transplant*, 2013, 13(2): 253-265. DOI: 10.1111/ajt.12034.
- [100] Rhu J, Choi GS, Kim JM, et al. Risk factors associated with surgical morbidities of laparoscopic living liver donors[J]. *Ann Surg*, 2023, 278(1): 96-102. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005851.
- [101] Braun HJ, Ascher NL, Roll GR, et al. Biliary complications following living donor hepatectomy[J]. *Transplant Rev (Orlando)*, 2016, 30(4): 247-252. DOI: 10.1016/j.trre.2016.07.003.
- [102] Morioka D, Tanaka K, Takeda K, et al. Delayed bile leakage from a remaining part of segment 8 in a posterior section graft after living donor liver transplantation: a common pitfall in harvesting a posterior section graft? A case report [J]. *Transplant Proc*, 2007, 39(10): 3515-3518. DOI: 10.1016/j.transproceed.2007.07.082.
- [103] Mohkam K, Fuks D, Vibert E, et al. External validation and optimization of the French Association of Hepatopancreatobiliary Surgery and Transplantation's Score to predict severe postoperative biliary leakage after open or laparoscopic liver resection[J]. *J Am Coll Surg*, 2018, 226(6): 1137-1146. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2018.03.024.